

JACEK Blicharski

## **Modelowanie analityczne procesu magazynowania gazu w częściowo szcerpanych złożach gazu ziemnego – wybrane zagadnienia**

### **Streszczenie**

W pracy przedstawiono wybrane zagadnienia modelowania procesu magazynowania gazu w częściowo szcerpanych złożach gazu ziemnego pracujących w różnych warunkach energetycznych. Omówiono również zagadnienia związane z nierównomiernością zapotrzebowania na gaz, przyczynami ich powstawania oraz sposobami ich pokrywania. Dokonano przeglądu aktualnych rozwiązań w zakresie magazynowania gazu ze szczególnym uwzględnieniem podziemnych magazynów gazu, ich roli i zadań, jakie pełnią w systemie przesyłowym gazu. Na tym tle scharakteryzowano podziemne magazyny w Polsce. Istotną sprawą poruszoną w pracy było zagadnienie szczelności magazynu, tej w rozumieniu geologicznym, jak również szczelności i integralności odwiertów udostępniających złożę.

Zasadniczą część pracy stanowią rozdziały 4 i 5, w których pokazano modelowanie matematyczne procesu magazynowania gazu w złożach wolumetrycznych i niewolumetrycznych z zastosowaniem odwiertów horyzontalnych. Na przykładzie rzeczywistego złoża gazu przedstawiono analizę możliwości wytworzenia w nim magazynu gazu. Określono możliwą do uzyskania pojemność czynną magazynu w zależności od przyjętych założeń dotyczących minimalnego ciśnienia głowicowego odbioru gazu i liczby odwiertów. W przypadku złoża gazu kontaktującego się z aktywną strefą wodonośną badania wykonano w trzech etapach. Pierwszym etapem były eksperymenty przeprowadzone na skonstruowanym w tym celu stanowisku laboratoryjnym do badania przepływów dwufazowych w ośrodku porowatym w warunkach przepływowych odpowiadających rzeczywistym warunkom panującym w złożu. Wyniki badań w postaci uzyskanych krzywych przepuszczalności względnych gazu i wody wykorzystano przy budowie symulacyjnego modelu dynamicznego złoża. W drugim etapie przeprowadzono symulację eksploatacji syntetycznego złoża, którego statyczny model geologiczny skonstruowano na bazie rzeczywistego złoża. Następnie na podstawie przyjętego scenariusza wykonano symulację rozbudowy i magazynowania gazu w kilku cyklach. Symulację komputerową przeprowadzono za pomocą profesjonalnego symulatora złożowego ECLIPSE. Ostatnim etapem badań było wykonanie prognozy podziemnego magazynowania gazu za pomocą analitycznych modeli obliczeniowych. Wykorzystując dane z przebiegu eksploatacji syntetycznego złoża, najpierw dokonano kalibracji modelu bilansowego z dopływem wody do złoża, po czym przeprowadzono prognozę magazynowania gazu zgodnie ze scenariuszem przyjętym w symulacji komputerowej. Uzyskane wyniki obliczeń za pomocą modelu analitycznego porównano z wynikami symulacji, uzyskując bardzo dobrą zgodność.

JACEK Blicharski

**Analytical modeling of the gas storage process  
in depleted natural gas reservoirs –  
selected aspects**

**Summary**

The monograph contains selected aspects of the gas storage process modelling in depleted gas reservoirs, operating at various energy conditions. The issue of irregularity of gas demand over the year has been described, as well as its reasons and ways of covering. The current solutions in the field of the gas storage were reviewed with particular emphasis of underground storage facilities, its role and tasks they perform in the gas transmission system. Against this background, underground gas storage facilities in Poland were characterized. An important issue raised in this work is the matter of tightness regarding its geological aspects as well as the integrity of wells working on the site. Essential part of the monograph are chapters 4 and 5 which present mathematical modelling of the gas storage process in volumetric and non-volumetric reservoirs with the use of horizontal wells. On the example of a real gas field, the possibility analysis were made concerning transforming the reservoir into a storage facility. The active storage capacity was determined depending on assumptions regarding minimum well-head pressure and the number of wells. In the case of a reservoir operating in the conditions of active aquifer, the research was conducted in three stages. The first one was an experimental research carried out on a laboratory stand designed to study two-phase flow in a porous medium under flow conditions corresponding to the in-situ conditions. The results in the form of relative permeability curves for gas and water were used during the construction of the simulation dynamic model of the reservoir. In the second stage, the simulation of the synthetic reservoir exploitation was conducted. The static geological model was constructed on the basis of the real gas reservoir. Thereafter, based on the adopted scenario, simulation of gas storage in several cycles was performed. Computer simulations were conducted by the use of professional ECLIPSE reservoir simulator. The last stage of the research was to carry out a forecast of the underground storage performance using analytical calculation models. With the use of history data from the exploitation of the synthetic deposit, the material balance model with the water inflow was first calibrated against simulation data, and then the forecast of the storage facility operation was performed in the accordance with the selected scenario in the computer simulation. The results obtained using analytical calculations were compared with the simulation results obtaining very good agreement.